

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
4 août 2005 (04.08.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/071242 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
F02B 75/04, F02D 15/02

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/003329

(22) Date de dépôt international :
21 décembre 2004 (21.12.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0315214 23 décembre 2003 (23.12.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE [FR/FR]; 1 et 4, avenue du Bois-Préau, F-92852 Rueil Malmaison Cedex (FR).

(71) Déposant et
(72) Inventeur : MARCHISSEAU, Michel [FR/FR]; 33, rue Condorcet, F-87100 Limoges (FR).

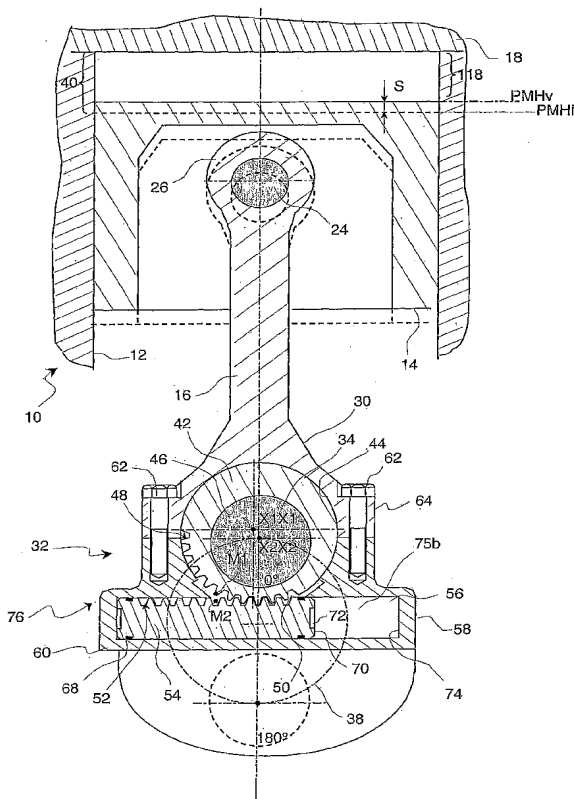
(74) Représentant commun : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE; 1 et 4, avenue de Bois-Préau, F-92852 Rueil Malmaison Cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DEVICE FOR VARYING A COMPRESSION RATIO OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND METHOD FOR USING SAID DEVICE

(54) Titre : DISPOSITIF DE VARIATION DU TAUX DE COMPRESSION D'UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE ET PROCÉDÉ POUR UTILISER UN TEL DISPOSITIF



(57) Abstract: The invention relates to a device for varying a compression ratio in an internal combustion engine comprising at least one cylinder (10) provided with a combustion chamber (20), a movable element provided with a piston (14) which is translationally displaceable by means of a connecting rod (16) connectable thereto by an axis (24) and to the crank pin (34) of a crankshaft (36). Said piston moves between a top dead centre and a lower dead centre allowing a dead volume (40, 118) at the top dead centre of the piston. The inventive device also comprises a rotatable cam (42) which makes it possible to vary the compression ratio and means (32, 78a, 78b) for controlling the cam displacement. According to said invention, said control means comprises a fluid actuator (76) provided with a sliding block (54) arranged in a receiver (56) which is formed in a support (58) and limits two fluid chambers (75a, 75b) connected to at least one closed circuit (77; 78a, 78b).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif de variation du taux de compression d'un moteur à combustion interne comprenant au moins un cylindre (10) avec une chambre de combustion (20), un équipement mobile comportant un piston (14) déplaçable en translation sous l'action d'une bielle (16) liée par un axe (24) audit piston et raccordée à un maneton (34) d'un vilebrequin (36), ledit piston effectuant une course entre un point mort haut et un point mort bas en laissant subsister un volume mort (40, 118) au point mort haut dudit piston, le dispositif comprenant un excentrique tracté (42) rotatif permettant de faire varier le taux de compression et des moyens de contrôle (32 ; 78a, 78b) du déplacement de l'excentrique. Selon l'invention, les moyens de contrôle

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/071242 A1



CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Dispositif de variation du taux de compression d'un moteur à combustion interne et procédé pour utiliser un tel dispositif.

La présente invention se rapporte à un dispositif de variation du taux de
5 compression d'un moteur à combustion interne et à un procédé permettant
l'utilisation d'un tel dispositif.

Elle concerne plus particulièrement un dispositif qui peut changer le taux
de compression de ce moteur en modifiant le volume mort de la chambre de
combustion au point mort haut du piston.

10

Il est déjà connu, par le document EP 0 297 904, un dispositif de variation
du taux de compression d'un moteur dans lequel ce moteur comprend un
 vilebrequin, un cylindre à l'intérieur duquel un piston coulisse dans un
 mouvement translatif alternatif par l'intermédiaire d'une bielle reliée audit piston
15 et audit vilebrequin, ce piston délimitant avec le haut du cylindre une chambre
 de combustion comportant un volume mort au point mort haut (PMH) de ce
 piston, et un excentrique rotatif, de type tracté, intercalé entre la bielle et le
 piston. Cet excentrique, dans une première position, permet au piston de
 réduire le volume mort de la chambre de combustion tout en augmentant le
20 taux de compression et d'augmenter ce volume mort, pour une autre position de
 cet excentrique, tout en obtenant un taux de compression plus faible. Pour ce
 faire, l'excentrique présente une rainure prévue pour coopérer avec deux
 goupilles de verrouillage disposées chacune symétriquement par rapport à l'axe
 du piston permettant d'immobiliser l'excentrique dans l'une ou l'autre de ses
25 positions.

Ce dispositif bien que donnant satisfaction présente néanmoins de
nombreux inconvénients.

L'un des inconvénients d'un tel dispositif réside essentiellement dans le
30 manque de souplesse des possibilités du réglage du taux de compression qui
ne comporte que deux possibilités de variation de ce taux.

De plus, un tel dispositif nécessite un ajustage précis entre la rainure et la goupille pour éviter tous phénomènes de blocage de la goupille dans la rainure.

Dans un autre type de dispositif de variation du taux de compression, comme mieux décrit dans la demande de brevet DE-A- 42 26 361, l'excentrique n'est pas un excentrique de type tracté mais un excentrique motorisé grâce à la coopération d'un secteur denté de cet excentrique avec une vis sans fin.

Ce dispositif présente un inconvénient majeur dans le sens que la vis sans fin doit être motorisée pour commander la rotation de cet excentrique. Cette motorisation est d'un encombrement volumineux et nécessite des fortes puissances pour vaincre l'inertie de l'équipage mobile et les différents frottements.

La présente invention se propose de remédier aux inconvénients ci-dessus mentionnés grâce à un dispositif de variation du taux de compression de conception simple et peu encombrant qui permet d'accroître les possibilités de variation du taux de compression.

A cet effet, la présente invention concerne un dispositif de variation du taux de compression d'un moteur à combustion interne comprenant au moins un cylindre avec une chambre de combustion, un équipage mobile comportant un piston déplaçable en translation sous l'action d'une bielle liée par un axe audit piston et raccordée à un maneton d'un vilebrequin, ledit piston effectuant une course entre un point mort haut et un point mort bas en laissant subsister un volume mort au point mort haut dudit piston, le dispositif comprenant un excentrique tracté rotatif permettant de faire varier le taux de compression et des moyens de contrôle du déplacement de l'excentrique, caractérisé en ce que les moyens de contrôle comprennent un vérin fluide comportant un coulisseau placé dans un logement formé dans un support et délimitant deux chambres fluidiques en communication avec au moins un circuit fermé.

Les chambres fluidiques peuvent être en communication l'une avec l'autre par au moins un circuit fermé.

Le circuit fermé peut comprendre au moins un moyen de vannage permettant de contrôler le débit de fluide d'une chambre vers l'autre.

Avantageusement, le moyen de vannage peut être une vanne à au moins 2 voies.

De manière préférentielle, le moyen de vannage peut être un dispositif piézoélectrique.

Le dispositif piézoélectrique peut comprendre un pointeau et un actionneur piézoélectrique.

Le dispositif piézoélectrique peut être commandé par coopération de plots et de pistes électriques.

Le circuit peut comprendre au moins un dispositif doseur situé en aval du moyen de vannage.

Le dispositif doseur peut comprendre un ensemble piston-cylindre avec un ressort de tarage.

Les éléments du circuit fermé peuvent être au moins en partie logés dans le vérin.

Le dispositif de variation peut comprendre des moyens de localisation de la position de l'excentrique.

Les moyens de localisation peuvent comprendre un ensemble émetteur-récepteur de signaux.

L'excentrique peut comprendre l'émetteur et le récepteur peut être logé sur une partie fixe du moteur.

- 5 L'excentrique peut comprendre des moyens à coopération de forme avec le coulisseau.

Les moyens de coopération peuvent comprendre un secteur denté porté par l'excentrique et une portée dentée portée par le coulisseau.

10

L'invention concerne aussi un procédé de variation du taux de compression d'un moteur à combustion interne, ledit moteur comprenant au moins un cylindre avec une chambre de combustion, un équipement mobile comportant un piston mobile en translation sous l'action d'une bielle liée par un
15 axe audit piston et raccordée à un maneton d'un vilebrequin, ledit piston effectuant une course entre un point mort haut et un point mort bas en laissant subsister un volume mort au point mort haut dudit piston, caractérisé en ce que le procédé consiste à :

- déterminer le taux de compression souhaité du moteur,
- 20 - déterminer l'étendue du déplacement d'un excentrique tracté rotatif pour obtenir le taux de compression souhaité,
- contrôler la rotation de l'excentrique pour obtenir le déplacement déterminé.

25 Un avantage de la présente invention par rapport aux dispositifs de l'état de la technique réside dans le fait que la déperdition énergétique de la fonction palier entre la bielle et le maneton du vilebrequin est moindre. En effet, lorsque le taux de compression ne varie pas, la position de l'excentrique par rapport à la bielle est fixe et la fonction palier entre la bielle et le maneton est réalisée par le
30 déplacement relatif entre l'excentrique et le maneton du vilebrequin. De ce fait, la fonction palier entre la bielle et le vilebrequin est réalisée avec un diamètre de palier moindre, ce qui est un avantage non négligeable car comme cela est

connu la déperdition énergétique d'un palier, pour une charge donnée dans des conditions normales de fonctionnement, est une fonction croissante de son diamètre.

Un autre avantage de la présente invention est un contrôle plus aisé de l'ajustement du taux de compression. En effet, la présente invention utilise une liaison cinématique réversible qui lie continûment le débattement angulaire de l'excentrique à la translation du coulisseau. De ce fait, le calage angulaire de l'excentrique et par voie de conséquence l'ajustement du taux de compression, est une fonction continue de la position en translation du coulisseau définie par la construction mécanique du dispositif selon l'invention. Donc, à aucun moment le taux de compression ne peut varier sans que la position en translation du coulisseau ne soit modifiée et grâce au dispositif hydraulique de la présente invention le contrôle de la position du coulisseau est obtenu aisément.

D'autres avantages supplémentaires de la présente invention sont une moindre déperdition énergétique, une plus grande précision et une plus grande durée de vie. En effet, la présente invention utilise une liaison cinématique réversible pour lier continûment le débattement angulaire de l'excentrique à la translation du coulisseau. Du fait de la réversibilité de la liaison cinématique, les frottements dans cette liaison peuvent être minimisés par construction. Grâce à cela, la déperdition énergétique par frottement de cette liaison, l'usure de cette liaison et l'amplitude des phénomènes d'hystérésis peuvent être tous les trois moindres. De plus, l'abaissement de l'amplitude du phénomène d'hystérésis conduit à une meilleure précision de l'ajustement du taux de compression. En outre, du fait de sa réversibilité, la liaison cinématique de la présente invention ne présente pas de risque de coincement. Cette réversibilité peut être obtenue grâce à un secteur denté, placé de préférence sur la paroi périphérique de l'excentrique, qui coopère au travers d'une ouverture prévue dans la tête de bielle, avec une portée dentée, de type crémaillère, prévue dans un coulisseau mobile dans un logement porté par un support relié à la tête de bielle. Ce coulisseau a un déplacement tangentiel à la circonférence dudit excentrique.

Encore un autre avantage de la présente invention réside dans une plus grande simplicité d'intégration du dispositif dans le moteur et dans son environnement. En effet, la présente invention utilise un excentrique logé entre le maneton du vilebrequin et l'alésage de la tête de bielle. De ce fait, la distance entre l'axe du vilebrequin et les différents périphériques du moteur, l'arbre à 5 cames, le démarreur, l'alternateur, la pompe à eau, etc. ne varie pas et donc ne conduit pas à des dispositifs supplémentaires spécifiques pour compenser les variations de distances entre le vilebrequin et ces différents périphériques du moteur. De même, l'alignement entre le vilebrequin et la transmission ne change pas. Grâce à la présente invention, il n'est donc pas nécessaire 10 d'utiliser de dispositif spécifique pour compenser les variations d'alignement entre le moteur et la transmission à laquelle il est accouplé.

De plus, le dispositif de la présente invention permet d'avoir un poids et un encombrement moindres ainsi qu'une plus grande réactivité de l'ajustement du taux de compression. En effet, du fait que l'excentrique est tracté, 15 l'ajustement du taux de compression ne nécessite pas de moteur d'entraînement de l'excentrique et le dispositif n'est donc pas pénalisé par le poids, par l'encombrement et par les temps de réponses d'un moteur spécifique et de ses liaisons cinématiques pour entraîner en rotation l'excentrique afin d'ajuster le taux de compression. 20

En outre, ce dispositif a encore d'autres avantages comme la compatibilité avec une distance plus courte entre l'axe du vilebrequin et la culasse du moteur, des vibrations moindres et un coût de réalisation moindre. En effet, le vérin dont la fonction est de contrôler la position de l'excentrique 25 placé entre la tête de bielle et le maneton du vilebrequin est distinct dudit excentrique, notamment son coulisseau est distinct de toutes les autres pièces et est mobile par rapport à toutes ces autres pièces. Grâce à cela un large choix d'orientation dudit vérin par rapport à la bielle est permis, ce qui optimise simultanément la distance entre l'axe du vilebrequin et la culasse ainsi que les vibrations induites par l'équipage mobile et également les formes pour réduire 30 les coûts de fabrication.

Les autres caractéristiques et avantages de l'invention vont apparaître à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre uniquement illustratif et non limitatif, et à laquelle sont annexés :

5 - la figure 1 qui montre, en coupe axiale, un moteur à combustion interne avec le dispositif de variation du taux de compression selon l'invention dans une première position,

- la figure 2 est une autre vue, en coupe axiale, montrant le moteur à combustion interne avec le dispositif de la figure 1 dans une autre position et dans une autre configuration,

10 - la figure 3 est une vue de détail dans une position extrême du dispositif de l'invention de la figure 1,

- la figure 4 est un schéma montrant le circuit de commande utilisé pour le dispositif selon l'invention,

15 - la figure 5 est une autre vue de détail du dispositif montrant les différents éléments du circuit de commande portés par le dispositif selon l'invention,

20 - la figure 6a est une autre vue de détail du dispositif montrant une variante d'un des éléments du circuit de commande du dispositif selon l'invention alors que les figures 6b à 6d sont une illustration des différentes positions de ce dispositif pendant la rotation du vilebrequin et

- les figures 7a à 7d sont une autre illustration d'un dispositif de localisation de la position angulaire de l'un des éléments du dispositif de variation du taux de compression selon l'invention.

25 On se rapporte aux figures 1 à 3 qui montrent un moteur à combustion interne avec au moins un cylindre 10 qui comprend un alésage 12 à l'intérieur duquel coulisse un piston creux 14 dans un mouvement translatif alternatif sous l'impulsion d'une bielle 16. Ce piston délimite avec sa partie haute, la paroi latérale de l'alésage 12 et la partie haute de cet alésage, généralement formée
30 par une partie de la culasse 18, une chambre de combustion 20 dans laquelle se déroule le cycle de combustion. Le piston porte deux alésages radiaux diamétralement opposés 22 au travers desquels est logé un axe cylindrique 24

qui relie une extrémité 26 de la bielle, dite pied de bielle, audit piston en traversant, à glissement, un alésage 28 prévu dans le pied de bielle. L'autre extrémité 30 de la bielle, appelée tête de bielle, est reliée par un dispositif de variation du taux de compression 32 à un maneton 34 d'un vilebrequin 36. Ce vilebrequin est soumis à un mouvement de rotation autour d'un axe XX de manière à ce que le maneton 34 suive un cheminement circulaire 38 autour de l'axe XX. Comme cela est connu, le piston 14, l'axe de liaison 24, la bielle 16, le vilebrequin 36 avec son maneton 34 forment l'équipage mobile du moteur.

10 Dans les moteurs conventionnels, pendant le mouvement de rotation du vilebrequin 36 comme les phases d'admission et de détente, le maneton 34 passe successivement d'une position haute, indiquée 0° sur la figure 1, à une position basse, indiquée 180° . Pendant ce mouvement, le piston 14, qui est relié au maneton 34 par la bielle 16, subit un mouvement translatif alternatif
15 entre un point mort haut initial (référéncé PMHi sur la figure 1) qui correspond à la position haute du maneton et un point mort bas initial (référéncé PMBi sur la figure 2) correspondant à la position basse du maneton. Ainsi, le piston 14 a une course initiale entre son PMHi et son PMBi.

Dans ces moteurs, lorsque le piston est au PMHi, soit à la fin de la phase de compression, soit à la fin de la phase d'échappement, il subsiste un volume mort 40 dans la chambre de combustion 20. Ce volume est nécessaire pour le fonctionnement du moteur pendant ses phases de compression, de combustion et de détente.

Comme le sait pertinemment l'homme du métier, le taux de compression d'un moteur est une fonction non seulement de l'étendue du volume du cylindre délimité par la course du piston mais aussi de l'ampleur du volume mort. Pour modifier le taux de compression, il suffit de modifier l'un de ces volumes et plus particulièrement la grandeur du volume mort.

30 Pour ce faire, le dispositif de variation de taux de compression 32 comprend un excentrique 42 logé entre le maneton 34 et un alésage 44 prévu dans la tête de bielle 30. Cet excentrique a une forme générale circulaire avec

un axe géométrique X1X1 qui correspond à son axe milieu et comprend un alésage 46 d'axe X2X2 non coaxial avec l'axe X1X1 mais confondu avec l'axe du maneton 34. Cet excentrique est logé à glissement dans l'alésage de réception 44 réalisé dans la tête de bielle et sur la paroi périphérique du maneton 34.

Cet excentrique est dit tracté car, pendant le fonctionnement du moteur, il est susceptible d'être entraîné en rotation autour de l'axe X2X2 sous l'effet d'un couple de rotation généré par la force d'inertie résultant du déplacement de l'équipage mobile et plus particulièrement du piston et du cylindre.

En effet, le maneton 32 parcourt un chemin semi-circulaire pour une phase, par exemple d'admission, allant de 0° à 180° puis un autre chemin semi-circulaire (de 180° à 0°) pour une autre phase, comme la phase de compression. Pendant ces cheminements, le piston 14 va de son point mort haut à son point mort bas puis de son point mort bas vers son point mort haut. Pendant ce mouvement, ce piston et la bielle 16 subissent une accélération qui augmente au fur et à mesure du rapprochement de l'un de ses points morts. Lorsque la force résultante de cette accélération, dite force d'inertie, est suffisante pour vaincre non seulement le poids du piston 14 et de la bielle 16 et/ou la résultante des pressions gazeuses sur le piston et la bielle mais aussi les forces de frottement entre ce piston et la paroi de l'alésage du cylindre, celle-ci génère une augmentation de vitesse de l'ensemble piston bielle par rapport à celle transmise à cet ensemble par le maneton. De ce fait, si le débattement de l'excentrique n'est pas entravé, il se produit un déplacement supplémentaire du piston et de la bielle par rapport à celui induit par le maneton. Ce déplacement a lieu vers le haut lorsque le piston est du côté du point mort haut et vers le bas lorsque ce piston est du côté du point mort bas. Cet entraînement supplémentaire peut être rendu possible grâce à la rotation, autour de l'axe X2X2, de l'excentrique 42 relié à la bielle 16. Ainsi, comme cela est représenté à titre d'exemple sur les figures 1 à 3, l'excentrique a un mouvement de rotation dans un sens anti-horaire pour une diminution du taux de compression lors de la course du piston de son point mort haut vers son point mort bas, et dans un sens horaire pour une augmentation du taux de

compression lors de la course de ce piston de son point mort bas vers son point mort haut.

Cet excentrique comprend, de préférence sur sa paroi périphérique, un

5 secteur denté 48, d'étendue angulaire SD, qui coopère, au travers d'une ouverture 50 prévue dans la tête de bielle 30, avec une portée dentée 52, de type crémaillère, prévue sur un coulisseau 54 mobile en translation rectiligne dans un logement 56 porté par un support 58 relié à la tête de bielle 30. De préférence, ce support est intégré au demi-palier inférieur 60 que comporte

10 habituellement la tête de bielle 30 et qui est assemblé par des vis 62 à l'autre demi-palier 64 porté par le corps de la bielle. Le coulisseau 54 comprend une paroi périphérique 66 de section cylindrique sur laquelle sont placés des joints d'étanchéité 68 et cela au voisinage de ses faces terminales 70 qui comportent, de manière préférentielle, des embrèvements axiaux 72. Cette paroi

15 périphérique est interrompue par la crémaillère 52 qui est sensiblement rectiligne et qui s'étend sur une grande partie de la longueur de ce coulisseau. Cette crémaillère a une étendue en longueur qui correspond au moins au développé du secteur denté 48 de l'excentrique 42. Le logement 56 est de forme complémentaire à la section transversale de celle du coulisseau 54 et

20 comprend deux parois extrêmes 74. La distance entre ces deux parois et le calage du secteur denté de l'excentrique par rapport à la portée dentée du coulisseau sont tels que la longueur totale du coulisseau à laquelle est additionné le débattement total de ce coulisseau, sous l'effet de la rotation de l'excentrique, permet à l'axe géométrique X1X1 de ce coulisseau de se situer à

25 gauche de l'axe du cylindre, en considérant les figures, et cela tant au point mort haut qu'au point mort bas du piston. Préférentiellement, le débattement angulaire de cet excentrique est de l'ordre de 120° entre ses deux positions extrêmes. Pour exécuter le calage initial du secteur denté lors du montage du dispositif, le point milieu M1 du secteur denté de l'excentrique est situé à mi-

30 distance au point M2 de la longueur de la crémaillère d'une façon telle que l'axe X1X1 de cet excentrique soit à la même hauteur que l'axe X2X2 du maneton au point mort haut et au point mort bas du piston. Ainsi à partir de cette position

5 nominale, l'excentrique tourne dans le sens anti-horaire d'un angle d'environ de 60° pour obtenir un taux minimum de compression qui peut être le taux nominal et arrivé à la position de la figure 3 et, pour un taux maximum, tourne, toujours à partir de cette position de calage initial, d'un angle d'approximativement 60°
10 dans le sens horaire pour arriver à la position de la figure 1. Lorsque le taux maximum est atteint, l'excentrique tourne dans le sens anti-horaire d'un angle d'environ 120° pour atteindre le taux minimum et d'environ 120° dans le sens horaire pour obtenir un taux maximum à partir de son taux minimum. Les volumes délimités par la paroi périphérique du logement, ses parois extrêmes
15 et les faces terminales du coulisseau forment ainsi deux chambres fluidiques étanches, respectivement 75a et 75b, qui permettent d'autoriser et de contrôler le déplacement du coulisseau dans le logement. Il est ainsi formé un vérin
20 fluidique 76 comprenant le support 58 avec son logement 56 dans lequel se déplace le coulisseau 54, de manière rectiligne, sous l'effet du fluide présent dans les chambres 75a, 75b. Ainsi, le dispositif de variation comprend un coulisseau et un support de coulisseau distincts de l'excentrique. La position relative en translation de ce coulisseau, par rapport à son support, est continûment liée cinématiquement au débattement angulaire de l'excentrique par rapport à la bielle par une liaison cinématiquement réversible.

20

Ce logement est connecté à un circuit de commande 77, comme montré sur la figure 4, qui permet de contrôler la rotation de l'excentrique grâce à la maîtrise du déplacement du coulisseau.

25 Ce circuit de commande comprend au moins un circuit fermé dans lequel circule un fluide, par exemple de l'huile. Dans l'exemple de la figure 4, le circuit de commande comprend deux circuits fermés 78a et 78b pour lesquels chaque circuit fermé relie les deux chambres 75a et 75b. La chambre 75a est connectée par une canalisation 80a à un moyen de vannage 82a et plus particulièrement à une vanne 3 voies dont l'une des voies est raccordée à la
30 canalisation 80a et dont l'autre des voies est reliée à une bêche 84a par une canalisation 86a. Cette vanne est commandée par un moyen 88a dont l'actionnement est tributaire de la demande de variation du taux de

compression. Une canalisation 90a relie ensuite la sortie de la vanne 82a à un dispositif doseur 92a comprenant un cylindre 94a avec un piston étanche 96a mobile à l'intérieur de ce cylindre et qui délimitent deux chambres de dosage 98a et 100a. La chambre 98a est reliée à la canalisation 90a alors que la
5 chambre 100a, qui comprend un ressort 102a, est reliée par une canalisation 104a à la chambre fluide 75b. Avantagusement, les canalisations 80a et 104a portent des clapets anti-retour 106a et 108a évitant respectivement un retour de fluide dans la chambre 75a et une sortie de fluide de la chambre 75b.

Additionnellement, ce circuit de commande comprend des moyens de
10 remplissage et de purge des circuits 78a et 78b. Ces moyens comprennent une pompe hydraulique 110, des canalisations 112a, 112b portant chacune un clapet anti-retour et connectées aux canalisations 104a, 104b, des vannes de purge 114a et 114 reliées aux canalisations 80a et 80b et des dispositifs de purge 116a et 116b situés sur les dispositifs doseurs 92a et 92b.

15 Ainsi, en considérant la figure 4, le déplacement du coulisseau 54 vers la gauche est contrôlé par la commande en ouverture de la vanne 82a qui met en communication, par les canalisations 80a et 90a, la chambre fluide 75a avec la chambre de dosage 98a. Sous l'effet de la pression générée dans la chambre fluide 75a par le déplacement du coulisseau sous l'impulsion de
20 l'excentrique, le piston 96a est poussé à l'encontre du ressort 102a en direction de la chambre de dosage 100a et le fluide présent dans cette chambre est introduit par la canalisation 104a dans la chambre fluide 75b. Ainsi, toute diminution du volume d'une chambre fluide se traduit par une augmentation du volume de l'autre chambre. Ce ressort est taré d'une manière telle qu'il
25 permette de doser l'introduction progressive du fluide dans la chambre 98a, ce qui permet d'éviter les à-coups au niveau du coulisseau. Dès que ce coulisseau a atteint la position souhaitée, la vanne 82a est actionnée en fermeture par la commande 88a pour maintenir le coulisseau dans la position où il est arrivé. Lors de cette action, d'une part, la communication entre les chambres 75a et
30 98a est fermée et, d'autre part, l'évacuation du fluide présent dans la chambre de dosage 98a, sous l'impulsion du ressort 102a, est autorisée par les canalisations 90a et 86a vers la bache 84a.

Le volume de la chambre de dosage 98a est conformé d'une façon telle qu'il corresponde à une valeur de déplacement déterminé du coulisseau, dénommée dans la suite de la description incrément, cet incrément pouvant être utilisé en partie ou en totalité lors du déplacement de ce coulisseau. Pour
5 ajuster le taux de compression à la valeur souhaitée, le volume de fluide issu de la chambre fluidique 75a, lors du déplacement du coulisseau, peut être supérieur à cet incrément. Dans ce cas, la commande 88a commande plusieurs séquences d'ouverture et de fermeture de la vanne 82a pour, séquentiellement, remplir et vider la chambre 98a en maintenant le coulisseau dans la position
10 atteinte puis commande en fermeture cette vanne dès que l'excentrique a atteint la position souhaitée.

Le déplacement du coulisseau 54 dans le sens opposé, c'est-à-dire vers la droite, est contrôlé de la même manière mais en agissant sur les différents éléments du circuit fermé 78b.

15 Ainsi, pour pouvoir imposer le sens de débattement de l'excentrique dans le sens horaire ou dans le sens anti-horaire, on agira sur l'un ou l'autre des circuits.

En ce qui concerne le remplissage des circuits 78a, 78b et de leur purge, la pompe hydraulique 110 remplit, par l'intermédiaire des canalisations 112a,
20 112b, les chambres de dosage 100a, 100b et les canalisations 104a, 104b. Par ces canalisations, les chambres fluidiques 75a, 75b sont également remplies, ainsi que les canalisations 80a, 80b grâce auxquelles le remplissage des chambres de dosage 98a, 98b est assuré. Pendant ce remplissage, les vannes de purge 114a, 114b ainsi que les purges 116a, 116b sont ouvertes pour
25 évacuer l'air éventuellement présent dans les circuits. Bien entendu et comme cela est habituel, la pompe et les canalisations 112a, 112b seront utilisées pour compenser les éventuelles pertes de fluide pendant le fonctionnement du dispositif.

En pratique et comme mieux visible sur la figure 5, les différentes
30 canalisations, les dispositifs doseurs, les vannes de purge, les purges, et les clapets anti-retour sont logés dans le support 58, le vilebrequin avec son maneton et l'excentrique.

Comme ces différents éléments sont placés dans plusieurs plans parallèles transversaux à l'axe du vilebrequin, seul certains de ces éléments ont été montrés pour éviter de compliquer la figure. On peut donc voir que l'alimentation en fluide pour le remplissage des circuits est réalisée par des alésages axiaux et radiaux 120 dans le vilebrequin et le maneton, par une rainure circonférentielle 122, entre l'alésage de l'excentrique 42 et la paroi périphérique du maneton 34, pour la communication avec les alésages 120, et par des alésages radiaux 124 mettant en communication la rainure 122 avec la canalisation 112 (respectivement 112b) prévue dans le support 58. Ce support comporte également les vannes de commande 82a et 82b, les dispositifs doseurs 92a et 92b, les clapets anti-retour 106 et 108 (respectivement 108a), les vannes de purge 114 (respectivement 114a) et les canalisations 80, 90, 104 (respectivement 104a) permettant de mettre en communications ces éléments.

En fonctionnement, le dispositif de variation de taux de compression est dans une configuration déterminée, comme montré à la figure 3 qui correspond, à titre d'exemple, à un taux minimum de compression, qui peut être le taux nominal, et le piston 14 est à sa position de point mort bas (PMBv) comme illustré à la figure 2. Dans cette configuration, le PMBi est confondu avec le PMBv et le piston 14 a une course de ce point mort bas vers son point mort haut pour réaliser la phase de compression de l'air ou du mélange carburé présent dans la chambre de combustion, comme montré à la figure 1. Pendant cette course et comme illustré aux figures 1 à 3, le maneton 34 parcourt un chemin semi-circulaire pour aller de son point bas (180°) à son point haut (0°). Pendant ce mouvement, le piston 14, la bielle 16 ainsi que l'excentrique 42 subissent d'abord une accélération maximale au point mort bas qui diminue lors du déplacement du piston et de la bielle puis s'annule. Ce piston et cette bielle subissent ensuite une décélération qui augmente au fur et à mesure du rapprochement du piston 14 vers son point mort haut. Lorsque la force résultante de cette décélération est suffisante pour vaincre la résultante des pressions gazeuses qui s'exercent sur le piston, le poids du piston 14 et de la bielle 16 et les différentes forces de frottement, un entraînement du piston et de la bielle est généré par cette force d'inertie dans un mouvement vers le haut en

considérant les figures. Ce mouvement est encore plus facilement réalisé que les forces d'inertie, de frottement et de la résultante des pressions gazeuses sont toutes dirigées vers le haut. Ces forces conjuguées s'appliquent sur l'axe X1X1 et créent un couple qui a tendance à faire tourner l'excentrique autour de l'axe X2X2 dans un sens horaire dans la position du coulisseau illustrée à la figure 3.

Ainsi, en fonction des paramètres de fonctionnement du moteur, comme la charge et la vitesse de ce moteur, il est déterminé un taux de compression permettant de répondre à la demande. Ce taux de compression est déterminé par une unité de contrôle, par exemple le calculateur que comporte habituellement le moteur, et ce calculateur détermine un angle de débattement de l'excentrique pour obtenir ce taux. En se rapportant à nouveau à la figure 4 et en cas d'augmentation du taux de compression, des instructions de commande sont envoyées, par le calculateur, à la commande 88a de la vanne 3 voies 82a pour mettre en communication, pendant un nombre de séquence, correspondant à un nombre d'incrément et/ou à une partie d'incrément en déplacement du coulisseau, et une durée déterminée par ce calculateur, la chambre fluide 75a avec le dispositif doseur 92a de manière à autoriser le déplacement du coulisseau par transfert du fluide d'une chambre fluide 75a vers l'autre chambre fluide 75b via ce dispositif doseur. Sous l'effet de la rotation de l'excentrique et de par la coopération du secteur denté 48 de l'excentrique avec la crémaillère 52 du coulisseau, ce coulisseau a un déplacement vers la gauche, pour augmenter le taux de compression. Ainsi en contrôlant, de manière précise et de façon continue, la quantité de fluide sortant de la chambre fluide par l'actionnement en ouverture et en fermeture de la vanne, il est possible de piloter le déplacement du coulisseau pour que l'excentrique se déplace en rotation selon le débattement angulaire déterminé par le calculateur. Au terme du nombre d'actionnement de la vanne 82a et de la durée d'ouverture de cette vanne, celle-ci reste fermée en isolant la chambre 75a de la chambre 75b et le coulisseau est immobilisé dans sa position grâce au fluide isolé dans ces chambres. Dans cette configuration, l'excentrique a parcouru le débattement angulaire déterminé par le calculateur. A la fermeture

de la vanne 82a, le fluide présent dans la chambre 98a du dispositif doseur 92a est évacué vers la bêche 84a par les canalisations 90a, 86a et le piston 96a de ce dispositif doseur se retrouve à l'état initial, c'est-à-dire proche de la canalisation 90a.

5 Sous l'effet de ce débattement angulaire dans le sens horaire à partir de la figure 3, le piston 14 réalise une surcourse S par rapport à son PMHi pour se trouver dans la position illustrée à la figure 1. Dans cette position, l'entraxe entre l'axe 24 du piston 14 et l'axe du maneton a augmenté et le piston 14 a allongé sa course initiale tout en dépassant le PMHi et en pénétrant dans le
10 volume mort initial 40. Dans cette position, ce volume mort initial est diminué et un nouveau volume mort 118 est créé dans le cylindre 12. Comme ce nouveau volume mort est plus petit que le volume mort initial, il en ressort que le taux de compression du moteur est augmenté.

 Cette configuration du dispositif est conservée tant que l'on souhaite
15 garder ce taux modifié.

 Compte tenu du fait que la rotation de l'excentrique est contrôlée de manière continue grâce à un déplacement piloté du coulisseau par les circuits 78a et 78b, il est donc possible de faire varier la valeur de la surcourse S du PMHi jusqu'au PMHv, et par conséquent la grandeur du volume mort.

20 Ainsi, grâce au déplacement piloté du coulisseau, déplacement qui est fonction du temps de réponse et du nombre d'ouverture et de fermeture de la vanne 82a, il est possible d'incrémenter ce déplacement et d'obtenir une multitude de possibilités de taux de compression par l'intermédiaire d'une multiplicité de positions angulaires de l'excentrique.

25

 Dès que le calculateur détermine un nouveau débattement angulaire de l'excentrique qui correspond, pour l'exemple décrit ci-après, à un nouveau taux de compression plus faible que celui atteint, ce nouveau taux pouvant être le
30 taux initial de compression pour lequel l'on retrouve le volume mort initial ou alors un taux inférieur à celui qui a été obtenu dans une phase précédente d'augmentation de ce taux, le calculateur envoie des instructions à la commande 88b de la vanne 82b du circuit 78b pour que l'excentrique 42 soit

dans la position illustrée à la figure 3 ou dans une position se rapprochant de cette figure pour diminuer le taux de compression obtenu dans une phase antérieure.

Pour ce faire, on utilise une phase de fonctionnement du moteur durant laquelle le maneton 34 va de sa position de 0° à 180°, comme la phase d'admission ou de détente.

Lors de cette phase, les forces telles que décrites précédemment s'appliquent sur le maneton mais dans un sens opposé. Ceci a pour effet d'appliquer une force sur l'axe X1X1 qui a tendance à faire tourner l'excentrique autour de l'axe X2X2 dans un sens anti-horaire.

Pour autoriser cette rotation de l'excentrique, il suffit d'autoriser le déplacement contrôlé du coulisseau dans son logement. Pour cela et en se rapportant à la figure 4, la commande en ouverture/fermeture pendant une durée déterminée et en fermeture de la vanne 3 voies 82b permet de mettre en communication la chambre fluidique 75b avec le dispositif doseur 92b de manière à autoriser ce déplacement du coulisseau tout en contrôlant le transfert des doses de fluide dosées par le dispositif doseur 92b d'une chambre fluidique 75b vers l'autre chambre fluidique 75a. Sous l'effet de la rotation de l'excentrique générée par la force d'inertie et de par la coopération du secteur denté 48 de l'excentrique avec la portée dentée 52 du coulisseau, ce coulisseau a un déplacement vers la droite pour arriver à la position illustrée à la figure 3.

Egalement, ce déplacement du coulisseau est continuellement contrôlé par action sur la vanne 82b ce qui permet d'obtenir une multiplicité de positions angulaires de l'excentrique durant son déplacement dans le sens anti-horaire et par conséquent une multiplicité de possibilités de diminution de la surcourse du piston, ce qui a pour effet d'obtenir une multiplicité de possibilités d'augmentation du volume mort 118 jusqu'au volume mort initial 40.

Ainsi, grâce à ce dispositif de variation du taux de compression, il est non seulement possible d'obtenir une multiplicité de possibilités d'augmentation du

taux de compression mais aussi une multiplicité de possibilités de diminution de ce taux à partir d'un taux qui a subi une augmentation.

On se reporte maintenant à la figure 6a qui montre une variante de
5 réalisation de l'invention.

Cette variante ne diffère de la réalisation décrite ci-dessus que par le fait que chaque vanne 3 voies est remplacée par deux dispositifs piézoélectriques 126 (respectivement 126b) qui permettent d'améliorer le temps de réponse et en conséquence d'accroître la précision du réglage du taux de compression.
10 Chacun de ces dispositifs comprend un pointeau 128 soumis à l'action d'un actionneur piézoélectrique 130 et constitue une vanne deux voies. L'un de ces dispositifs piézoélectriques contrôle le passage du fluide entre la canalisation 80 (respectivement 80b) et la canalisation 90 (respectivement 90b) et l'autre des dispositifs piézoélectriques contrôle le passage du fluide entre la
15 canalisation 90 (respectivement 90b) et la canalisation 86. Ainsi, chaque vanne 3 voies 82a, 82b du circuit montré à la figure 4 est remplacée par deux vannes 2 voies formées chacune par un dispositif piézoélectrique.

Pour commander l'actionneur piézoélectrique qui agit sur le débattement du pointeau, le support 58 porte deux plots électriques 132 raccordés par des
20 conducteurs électriques (non représentés) à cet actionneur. Des pistes électriques 134 sont portées par un élément fixe du moteur, comme le carter moteur, et sont disposées d'une manière telle qu'elles se trouvent continuellement en regard des plots 132 au moins pour un déplacement du maneton de son point à 0° à son point situé à 180°, comme cela est illustré sur
25 les figures 6a à 6d. Bien entendu et cela sans sortir du cadre de l'invention, ces pistes peuvent s'étendre sur la totalité de la rotation du maneton de 360°. Ces pistes sont parcourues par un courant électrique et induisent un champ magnétique qui crée un courant électrique au niveau des plots 132 pour la commande de l'actionneur. Avantageusement, une piste électrique 134 est
30 affectée à la commande de chacun des dispositifs piézoélectriques et une cinquième piste est commune pour la commande des quatre actionneurs piézoélectriques 130.

Le fonctionnement du dispositif de variation du taux de compression 32 et des circuits 78a, 78b est le même que celui décrit en relation avec les figures 1 à 5 aux différences selon lesquelles la liaison du passage de fluide entre la chambre fluide 75a, 75b et la chambre de dosage 98a, 98b est réalisée par une première vanne 2 voies constituée d'un dispositif piézoélectrique, la liaison du passage de fluide entre la chambre de dosage 98a, 98b et la bêche 84a, 84b est réalisée par une autre vanne 2 voies constituée d'un dispositif piézoélectrique, et un courant électrique est envoyé dans les pistes 134 pour contrôler l'ouverture du pointeau 128 lors de la demande de variation du taux de compression.

Les exemples de réalisation de la commande du dispositif de variation décrits jusqu'à maintenant prévoient l'utilisation de deux circuits fermés pour contrôler le déplacement du coulisseau. Mais il peut être envisagé de n'utiliser qu'un seul circuit comportant une canalisation mettant en communication la chambre 75a avec un moyen de vannage, comme la vanne 3 voies, qui serait alors remplacée par une vanne 2 voies ou le dispositif piézoélectrique décrit précédemment, et une canalisation reliant le moyen de vannage avec l'autre chambre fluide 75b. Bien entendu, les moyens de remplissage avec leur pompe hydraulique et les canalisations de raccordement avec la canalisation reliant le moyen de vannage à la chambre 75b, ainsi que les vannes de purge peuvent être également prévus sur ce circuit unique.

Pour pouvoir connaître à tous moments le taux de compression du moteur, il est prévu un moyen de localisation de la situation angulaire de l'excentrique 42, comme cela est illustré sur les figures 7a à 7d.

Ce moyen comprend un ensemble émetteur-récepteur de signaux 136, dont l'un des éléments est porté par l'excentrique 42 et dont l'autre des éléments est porté par un élément fixe du moteur, comme une patte 138 issue d'une paroi de ce carter. Avantageusement, l'excentrique porte un index 140 qui émet un signal par rayonnement, par exemple par rayonnement magnétique, et la patte 138 porte un récepteur formé par un secteur de lecture 142 du signal émis par l'index 140 et qui permet de connaître la position de cet index durant

la rotation du maneton 34. Ce secteur de lecture est sensiblement en arc de cercle, dont la concavité est dirigée vers le vilebrequin, avec une épaisseur radiale E sensiblement constante. Ce secteur comporte une première région de lecture 144 située dans sa partie haute pour la lecture du signal émis par l'index 140 lorsque le taux de compression est maximal ou est augmenté et une deuxième région 146 placée dans la partie basse de ce secteur pour la lecture du signal émis par l'index 140 lorsque le taux de compression est nominal ou est diminué.

10 Pendant le fonctionnement du moteur, le calculateur que comporte habituellement ce moteur détermine le calage angulaire C de l'excentrique par rapport à l'axe longitudinal de la bielle (figure 7a) pour obtenir un taux de compression défini et cela lorsque le piston est au point mort haut. Pour arriver à vérifier l'exactitude du calage mesuré par rapport au calage déterminé par le

15 calculateur, ce dernier prend en compte l'intensité du signal reçu par la région de lecture 144. Dans le cas de la figure 7a, ce signal est au plus haut lorsque le point d'émission 148 de l'index 140 se situe sensiblement au milieu de l'épaisseur E de cette région de lecture et correspond à un taux de compression maximal. Ainsi, on peut commander les différentes valeurs du taux de

20 compression en tenant compte de la position du point d'émission 148 de l'index 140 par rapport au milieu de l'épaisseur E de cette région de lecture. De ce fait, l'un des circuits fermés 78a, 78b sera opérationnel de façon à ce que le coulisseau 54 se déplace pour autoriser un débattement angulaire de l'excentrique 42 permettant d'obtenir un tel positionnement du point d'émission

25 148. Dès que ce calage angulaire est obtenu, le piston quitte son point mort haut pour aller vers son point mort bas (figures 7b et 7c) et l'index 140 s'éloigne de la zone centrale de la région 144 (figure 7b) pour finalement arriver, au voisinage du point mort bas, à distance du secteur 142 (figure 7c). De même, ce calculateur détermine le calage angulaire Ci (figure 7d) de l'excentrique par

30 rapport à l'axe longitudinal de la bielle, lorsque le piston est au point mort bas, pour obtenir un taux de compression nominal ou pour diminuer le taux de compression obtenu lors d'une phase précédente. Pour arriver à cette

détermination, ce calculateur prend en compte l'intensité du signal reçu par la région de lecture 146 et, comme précédemment mentionné, ce signal est au plus haut lorsque le point d'émission de l'index 140 se situe sensiblement au milieu de l'épaisseur E de cette région. De ce fait, les circuits 78a, 78b seront
5 actionnés d'une manière telle que coulisseau puisse autoriser un débattement angulaire de l'excentrique permettant d'obtenir un tel calage angulaire.

Selon une variante, ce secteur de lecture 142 comporte des fils conducteurs isolés entre eux et disposés sensiblement radialement par rapport
10 à sa forme en arc de cercle sur son épaisseur E. Ces fils conducteurs constituent une pluralité de récepteurs des signaux émis par l'index 140, réparti angulairement depuis la partie supérieure du secteur de lecture 142 jusqu'à sa partie inférieure. L'index 140 décrit à chaque rotation du vilebrequin une courbe sensiblement circulaire de rayon inférieur au rayon de la forme sensiblement
15 circulaire du secteur de lecture 142. La courbe sensiblement circulaire décrite par l'index 140 se translate en fonction du calage angulaire de l'excentrique 42. Cette translation, le rayon du secteur de lecture 142 et sa position sont tels que l'index 140 vient en regard des fils conducteurs de l'épaisseur E du secteur de lecture 142 selon un arc de cercle dont la position est caractéristique du calage
20 angulaire de l'excentrique 42. De ce fait, la connaissance de l'identité des fils conducteurs sur l'épaisseur E du secteur de lecture informé par l'index 140 au cours de la rotation du vilebrequin permet de connaître la position angulaire de l'excentrique avec une précision fonction du pas des fils conducteur.

25 Selon une autre variante, la précision de lecture du calage angulaire de l'excentrique 42 est améliorée par la lecture conjuguée de la position et de l'intensité des signaux perçus par les fils conducteurs informés par l'index 140 au cours de la rotation du vilebrequin. Lorsque l'index 140 est totalement en regard de l'épaisseur E du secteur de lecture 142, par exemple sur les figures
30 7a et 7d, au moins l'un des fils conducteur reçoit un signal d'information maximal de l'index 140. Lorsque l'index 140 est partiellement en regard de

l'épaisseur E du secteur de lecture 142, par exemple pour la figure 7b, les fils informés reçoivent un signal plus faible de l'index 140.

Avantageusement, il sera prévu de diminuer progressivement et de
5 manière continue le taux de compression en augmentant le calage angulaire de C vers Ci et inversement de l'augmenter de Ci vers C et cela, cycle de combustion du moteur par cycle de combustion du moteur.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de
10 réalisation décrits mais englobe toutes variantes et équivalents.

Notamment, il peut être envisagé que le dispositif de variation du taux de compression soit placé au niveau du pied de bielle 26 avec un excentrique porté par l'axe 24 du piston 14.

REVENDICATIONS

1) Dispositif de variation du taux de compression d'un moteur à combustion interne comprenant au moins un cylindre (10) avec une chambre de combustion (20), un équipage mobile comportant un piston (14) déplaçable en translation sous l'action d'une bielle (16) liée par un axe (24) audit piston et raccordée à un maneton (34) d'un vilebrequin (36), ledit piston effectuant une course entre un point mort haut et un point mort bas en laissant subsister un volume mort (40, 118) au point mort haut dudit piston, le dispositif comprenant un excentrique tracté (42) rotatif permettant de faire varier le taux de compression et des moyens de contrôle (32 ; 78a, 78b) du déplacement de l'excentrique, caractérisé en ce que les moyens de contrôle comprennent un vérin fluide (76) comportant un coulisseau (54) placé dans un logement (56) formé dans un support (58) et délimitant deux chambres fluidiques (75a, 75b) en communication avec au moins un circuit fermé (77 ; 78a, 78b).

2) Dispositif de variation du taux de compression selon la revendication 1, caractérisé en ce que les chambres fluidiques (75a, 75b) sont en communication l'une avec l'autre par au moins un circuit fermé (77 ; 78a, 78b).

3) Dispositif de variation du taux de compression, selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le circuit fermé comprend au moins un moyen de vannage (82a, 82b ; 126) permettant de contrôler le débit de fluide d'une chambre vers l'autre.

4) Dispositif de variation du taux de compression selon la revendication 3, caractérisé en ce que le moyen de vannage est une vanne à au moins 2 voies (82a, 82b).

5) Dispositif de variation du taux de compression selon la revendication 3, caractérisé en ce que le moyen de vannage est un dispositif piézoélectrique (126).

6) Dispositif de variation du taux de compression selon la revendication 5, caractérisé en ce que le dispositif piézoélectrique comprend un pointeau (128) et un actionneur piézoélectrique (130).

5

7) Dispositif de variation du taux de compression selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que le dispositif piézoélectrique est commandé par coopération de plots (132) et de pistes électriques (134).

10

8) Dispositif de variation du taux de compression selon la revendication 3 précédentes, caractérisé en ce que le circuit comprend au moins un dispositif doseur (92a, 92b) situé en aval du moyen de vannage.

15

9) Dispositif de variation du taux de compression selon la revendication 8, caractérisé en ce que le dispositif doseur comprend un ensemble piston-cylindre (94a ; 96a) avec un ressort de tarage (102a).

20

10) Dispositif de variation du taux de compression selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments du circuit fermé sont au moins en partie logés dans le vérin (76).

25

11) Dispositif de variation du taux de compression selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de variation comprend des moyens de localisation (136) de la position de l'excentrique (42).

12) Dispositif de variation du taux de compression selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens de localisation comprennent un ensemble émetteur-récepteur (136) de signaux.

30

13) Dispositif de variation du taux de compression selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'excentrique (42) comprend l'émetteur (140, 148) et en ce que le récepteur (142) est logé sur une partie fixe (138) du moteur.

14) Dispositif de variation du taux de compression selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'excentrique comprend des moyens à coopération de forme (48, 52) avec le coulisseau.

5

15) Dispositif de variation du taux de compression selon la revendication 14, caractérisé en ce que les moyens de coopération comprennent un secteur denté (48) porté par l'excentrique (42) et une portée dentée (52) portée par le coulisseau (54).

10

16) Procédé de variation du taux de compression d'un moteur à combustion interne, ledit moteur comprenant au moins un cylindre (10) avec une chambre de combustion (20), un équipement mobile comportant un piston (14) mobile en translation sous l'action d'une bielle (16) liée par un axe (24) audit piston et raccordée à un maneton (34) d'un vilebrequin (36), ledit piston effectuant une course entre un point mort haut et un point mort bas en laissant subsister un volume mort (40, 118) au point mort haut dudit piston, caractérisé en ce que le procédé consiste à :

15

- déterminer le taux de compression souhaité du moteur,

20

- déterminer l'étendue du déplacement d'un excentrique tracté rotatif (42) pour obtenir le taux de compression souhaité,

- contrôler la rotation de l'excentrique (42) pour obtenir le déplacement déterminé en pilotant un vérin (76) permettant de contrôler le déplacement de l'excentrique (42).

25

1/6

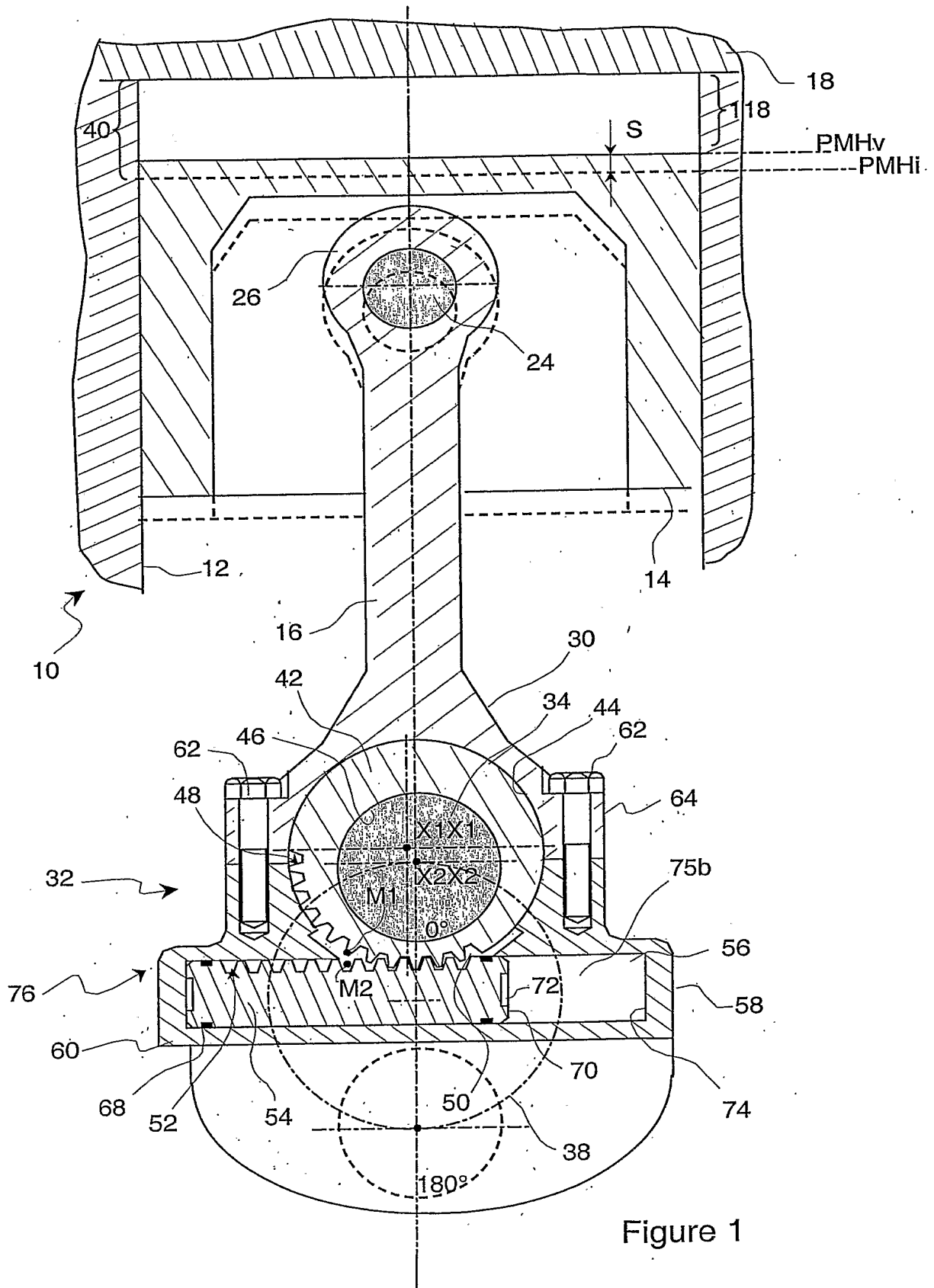


Figure 1

2/6

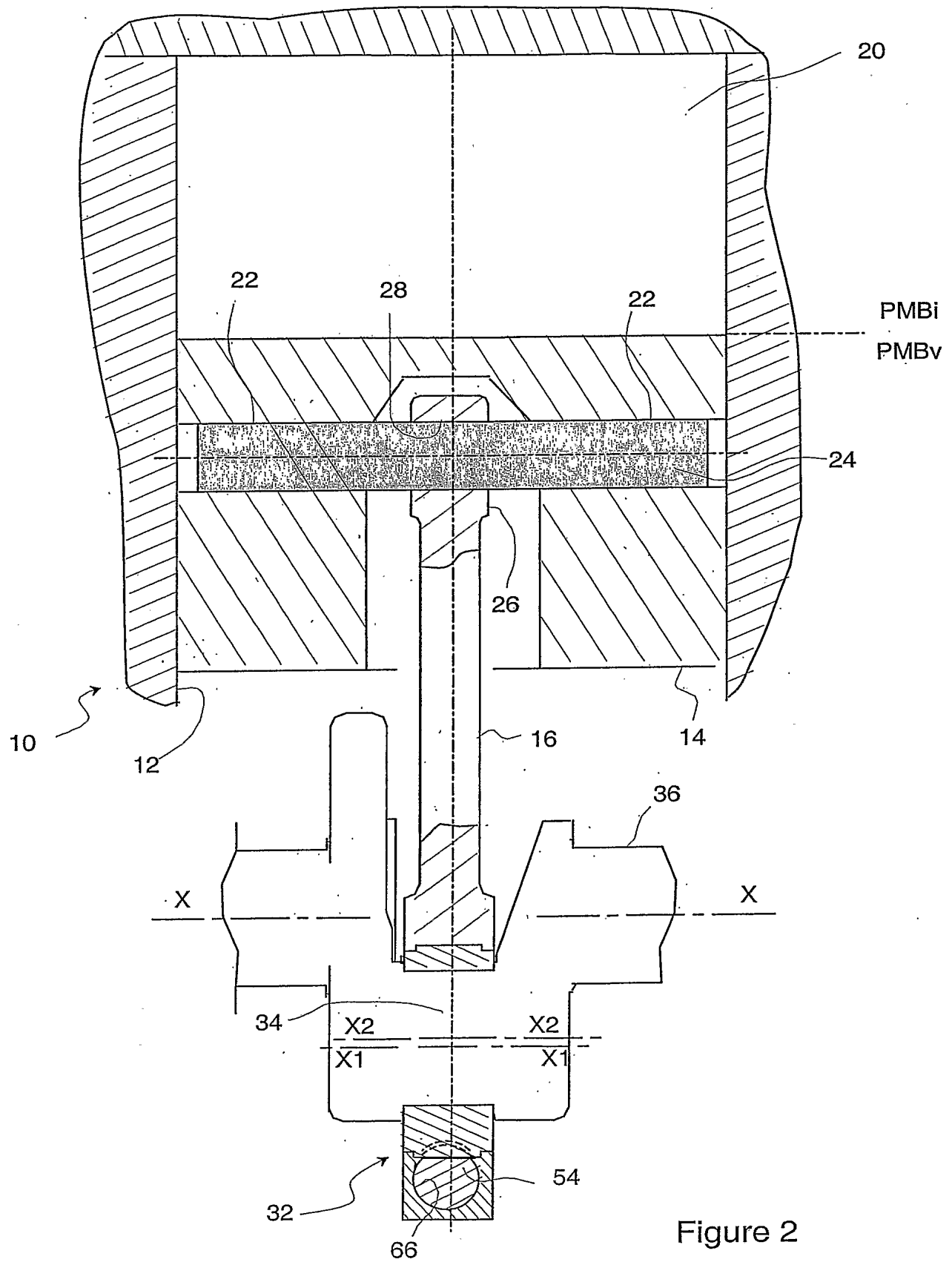


Figure 2

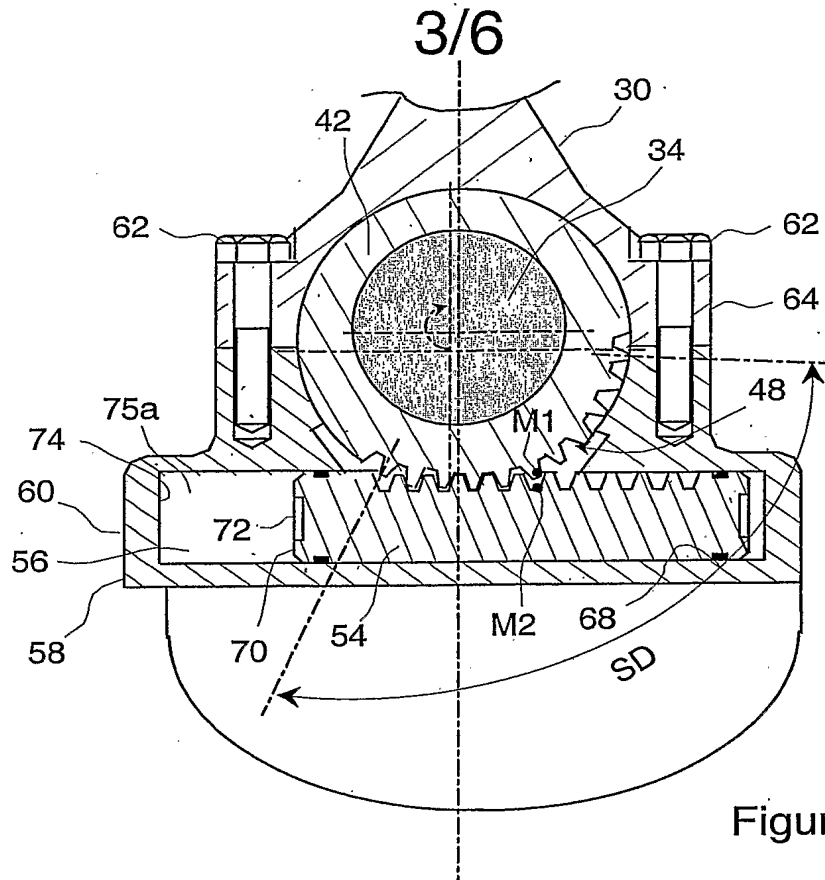


Figure 3

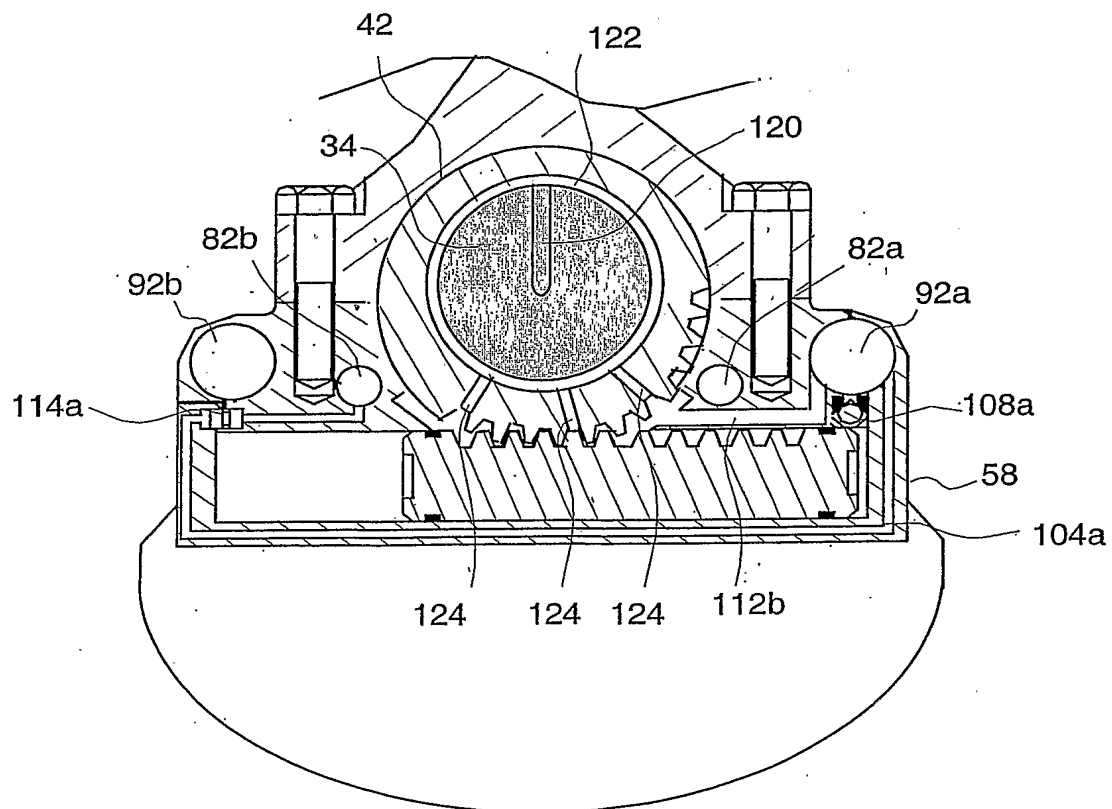


Figure 5

4/6

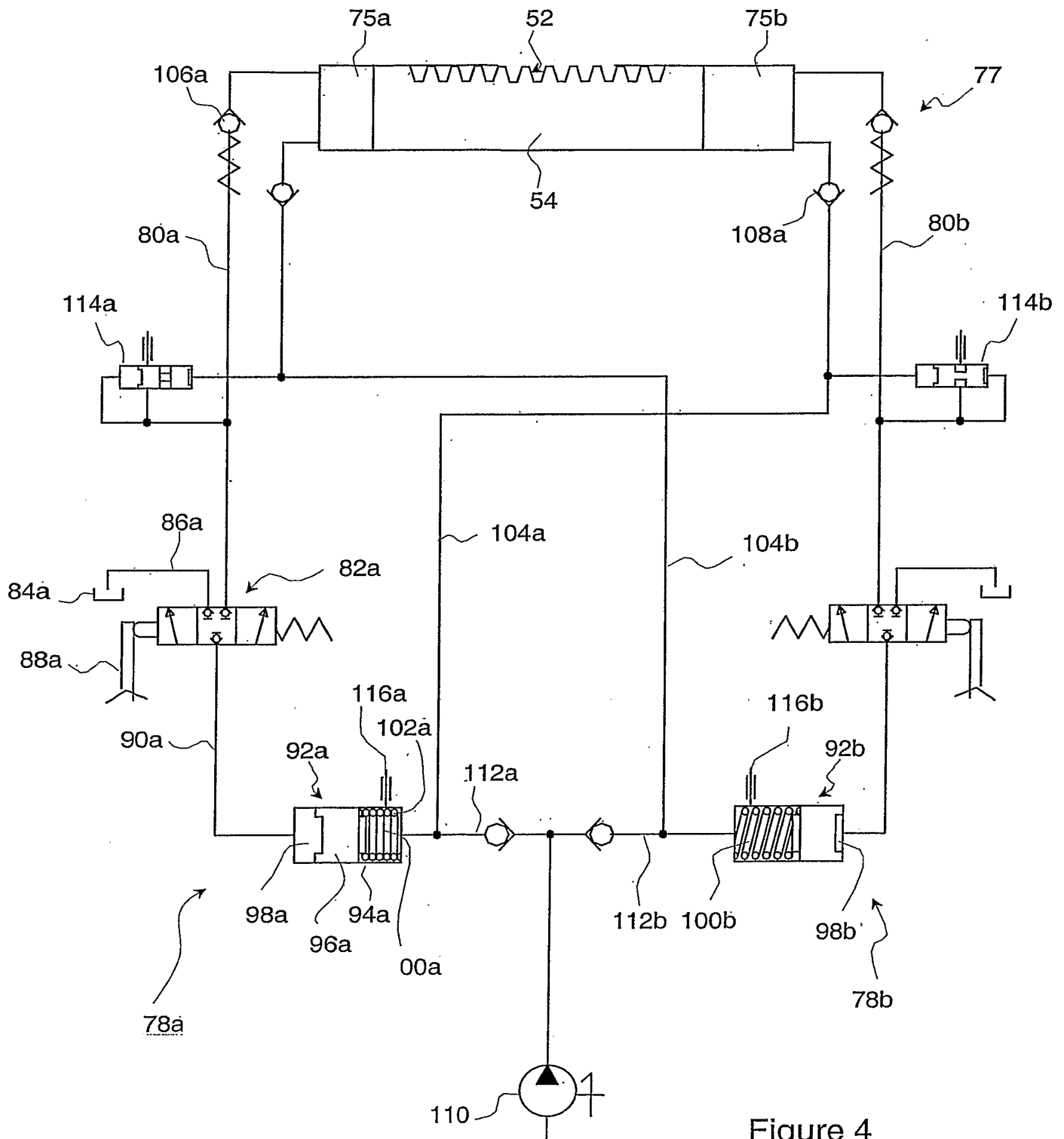


Figure 4

5/6

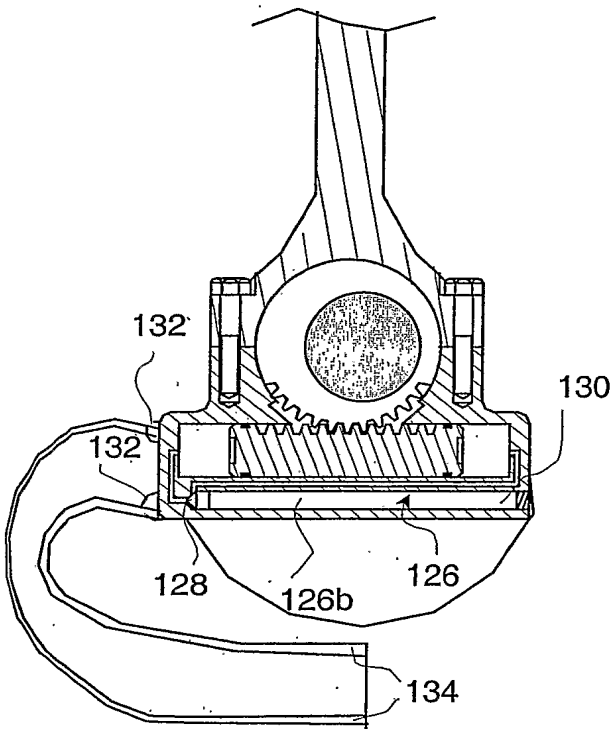


Figure 6a

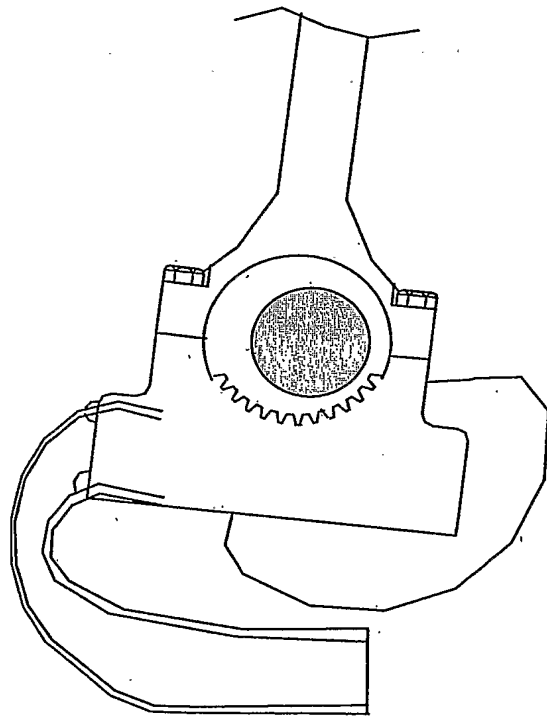


Figure 6b

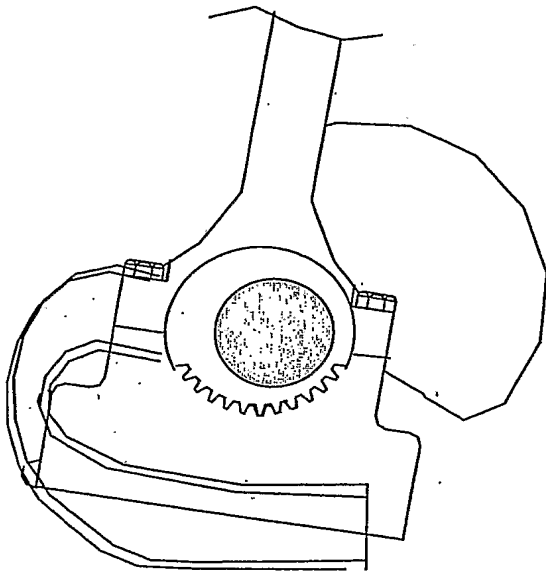


Figure 6c

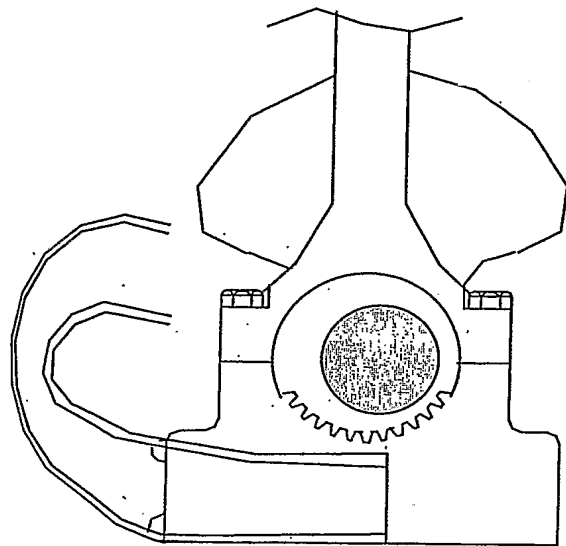


Figure 6d

6/6

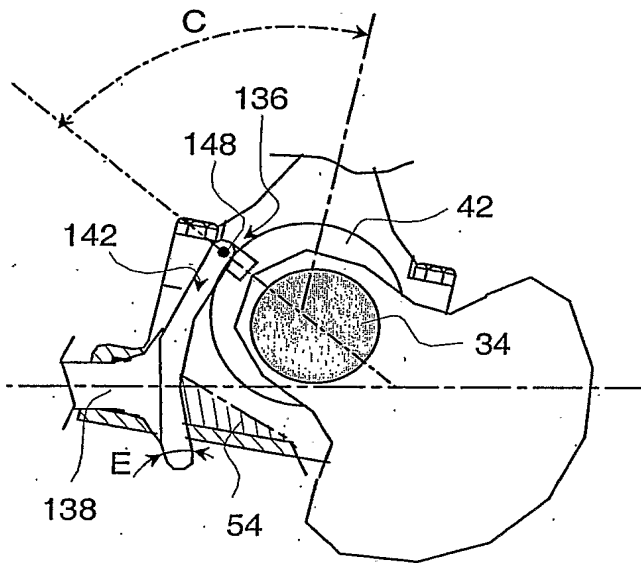


Figure 7a

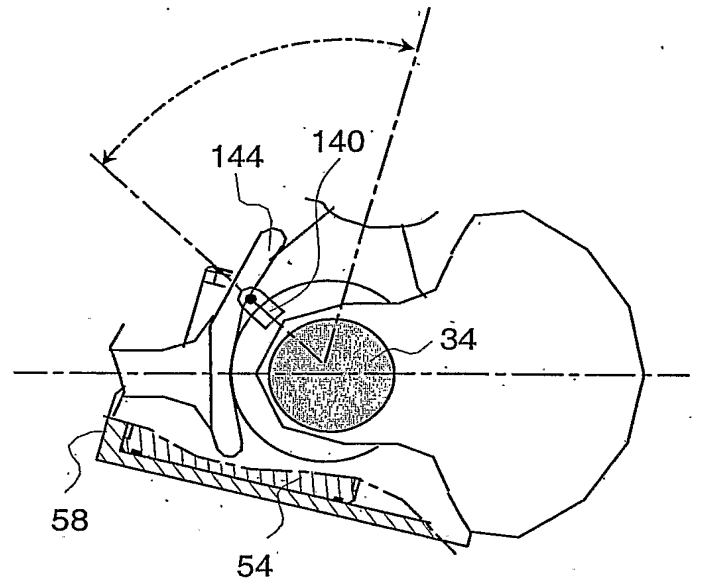


Figure 7b

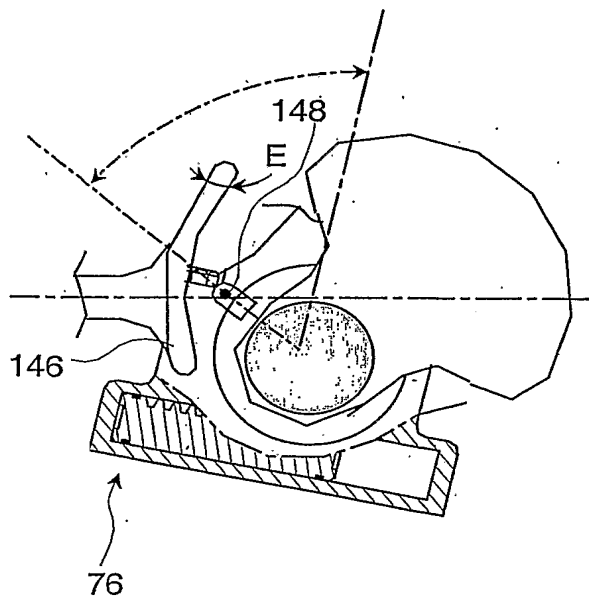


Figure 7c

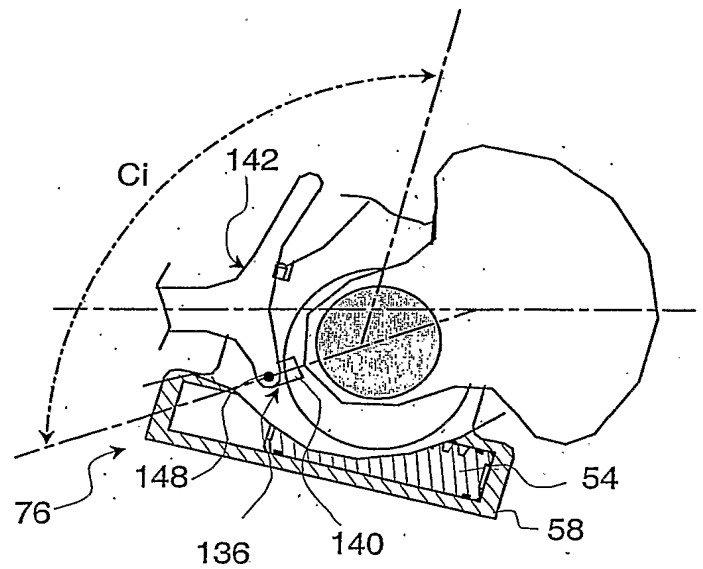


Figure 7d

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/003329

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02B75/04 F02D15/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F02D F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 584 (M-1501), 25 October 1993 (1993-10-25) & JP 05 171964 A (MITSUBISHI AUTOMOB ENG CO LTD; others: 01), 9 July 1993 (1993-07-09) abstract column 3, line 11 - column 5, line 43 figures 1-4	1-3, 8, 10, 11, 14-16
A	US 5 165 368 A (SCHECHTER MICHAEL M) 24 November 1992 (1992-11-24) the whole document ----- -/-	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 April 2005

Date of mailing of the international search report

18/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Matray, J-F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/003329

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 08, 6 October 2000 (2000-10-06) & JP 2000 130201 A (YAMAMOTO HIDEKI), 9 May 2000 (2000-05-09) abstract -----	1-16
A	US 6 397 796 B1 (STYRON JOSHUA PUTMAN ET AL) 4 June 2002 (2002-06-04) abstract column 9, line 65 - column 10, line 31 figures 1-10 -----	2-4,8-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/003329

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
JP 05171964	A	09-07-1993	JP	2689296 B2	10-12-1997
US 5165368	A	24-11-1992	NONE		
JP 2000130201	A	09-05-2000	NONE		
US 6397796	B1	04-06-2002	DE	10207750 A1	09-01-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/003329

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 F02B75/04 F02D15/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F02D F16C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 584 (M-1501), 25 octobre 1993 (1993-10-25) & JP 05 171964 A (MITSUBISHI AUTOMOB ENG CO LTD; others: 01), 9 juillet 1993 (1993-07-09) abrégé colonne 3, ligne 11 - colonne 5, ligne 43 figures 1-4	1-3, 8, 10, 11, 14-16
A	US 5 165 368 A (SCHECHTER MICHAEL M) 24 novembre 1992 (1992-11-24) le document en entier ----- -/-	1-16



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

11 avril 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

18/04/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Matray, J-F

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/003329

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 08, 6 octobre 2000 (2000-10-06) & JP 2000 130201 A (YAMAMOTO HIDEKI), 9 mai 2000 (2000-05-09) abrégé -----	1-16
A	US 6 397 796 B1 (STYRON JOSHUA PUTMAN ET AL) 4 juin 2002 (2002-06-04) abrégé colonne 9, ligne 65 - colonne 10, ligne 31 figures 1-10 -----	2-4,8-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/003329

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 05171964	A	09-07-1993	JP 2689296 B2	10-12-1997
US 5165368	A	24-11-1992	AUCUN	
JP 2000130201	A	09-05-2000	AUCUN	
US 6397796	B1	04-06-2002	DE 10207750 A1	09-01-2003